

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-347064
(43)Date of publication of application : 05.12.2003

(51)Int.Cl.

H05B 33/26
H05B 33/14
H05B 33/22

(21)Application number : 2002-154807

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
KIDO JUNJI

(22)Date of filing : 28.05.2002

(72)Inventor : KONO KENJI
KIDO JUNJI
TSUBAKI KENJI
KONDO YUKIHIRO
KISHIGAMI YASUHISA
IDE NOBUHIRO
YOKOGAWA HIROSHI

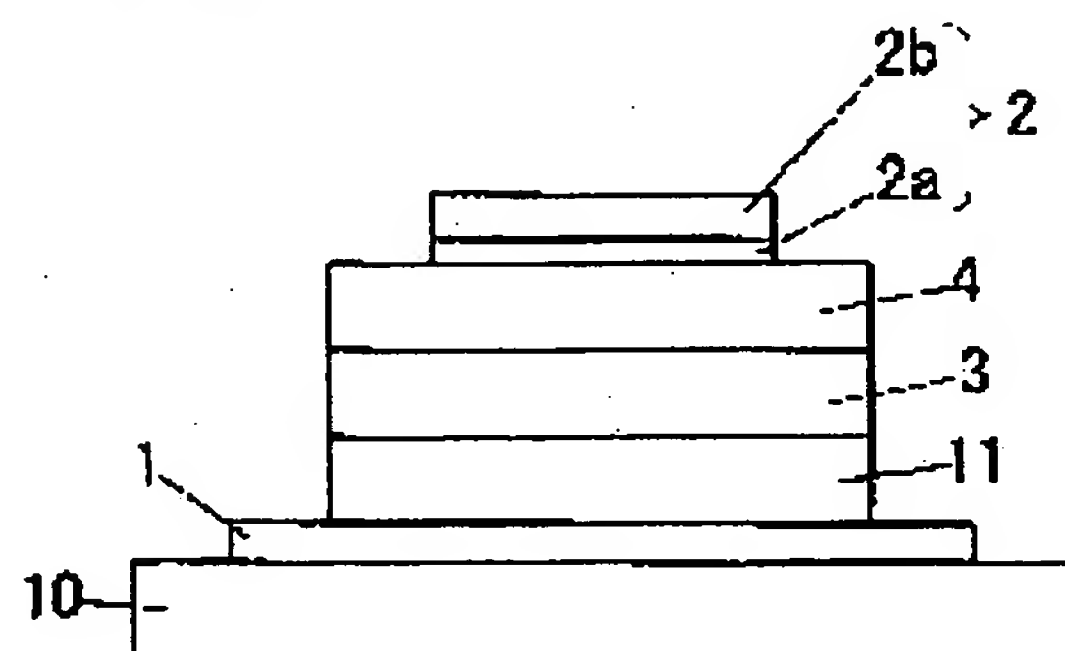
(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element capable of enhancing luminous efficiency by stably improving electron injection performance into an organic light emitting layer.

SOLUTION: In this organic electroluminescent element, the organic light emitting layer 3 and an electron transport layer 4 are provided between an anode 1 and a cathode 2, and the electron transport layer 4 is arranged on a side near the cathode 2. The cathode 2 is formed to be provided with a layer 2a made of metal which is provided in contact with the electron transport layer 4 and has an ion radius $\leq 1.5 \text{ \AA}$; and a layer 2b made of metal having a work function $\geq 3.7 \text{ eV}$. The electron transport layer 4 is formed by an organic compound having electron mobility of $\geq 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$.

1 陽極
2 陰極
3 有機発光層
4 電子輸送層



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.04.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-347064

(P2003-347064A)

(43)公開日 平成15年12月5日(2003.12.5)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

キーワード(参考)

H 0 5 B 33/26
33/14
33/22

H 0 5 B 33/26
33/14
33/22

Z 3 K 0 0 7
A
B

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-154807(P2002-154807)

(22)出願日 平成14年5月28日(2002.5.28)

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(71)出願人 501231510

城戸 淳二

山形県米沢市林泉寺3-12-16

(72)発明者 河野 謙司

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

(74)代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

最終頁に続く

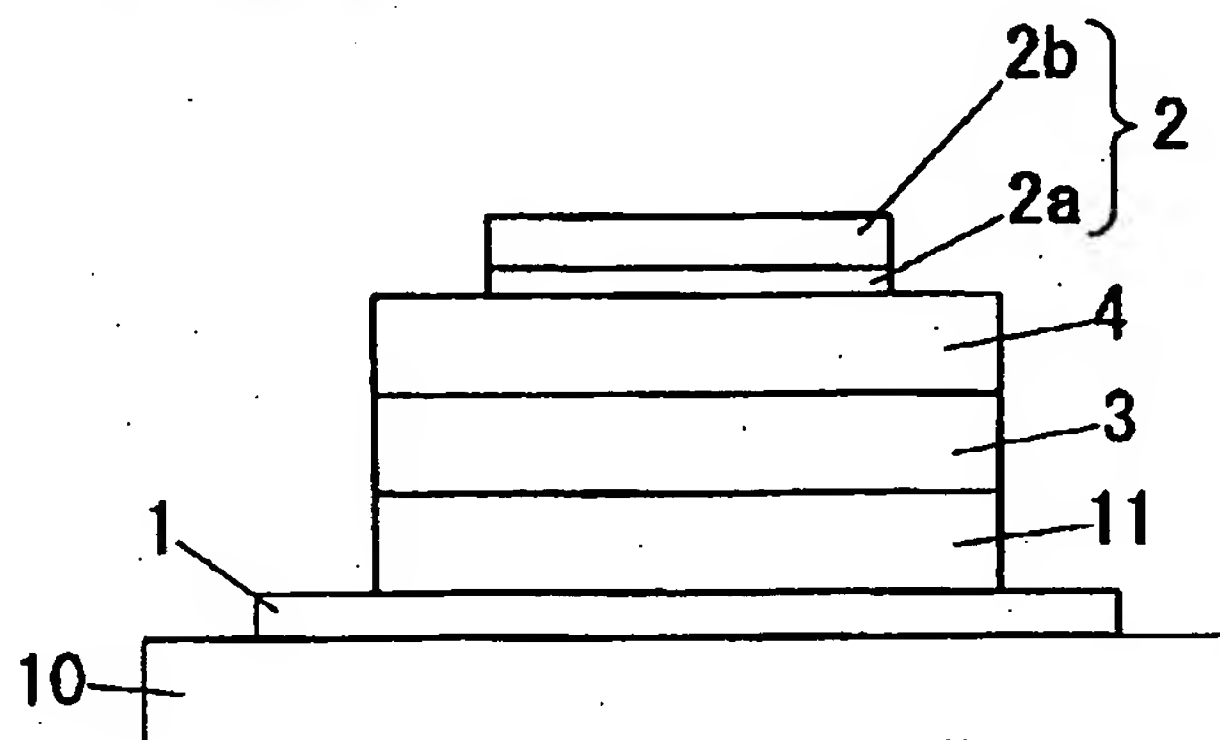
(54)【発明の名称】 有機電界発光素子

(57)【要約】

【課題】 有機発光層への電子注入性能を安定して向上させることができ、発光効率を高めることができる有機電界発光素子を提供する。

【解決手段】 陽極1と陰極2の間に、有機発光層3と電子輸送層4を、電子輸送層4が陰極2に近い側に配置されるように設けた有機電界発光素子に関する。陰極2を、電子輸送層4と接して設けられたイオン半径1.5 Å以下の金属よりなる層2aと、仕事関数が3.7 eV以上の金属よりなる層2bとを備えて形成する。電子輸送層4を電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物によって形成する。

- 1 陽極
- 2 陰極
- 3 有機発光層
- 4 電子輸送層



【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極と陰極の間に、有機発光層と電子輸送層を、電子輸送層が陰極に近い側に配置されるように設けた有機電界発光素子において、陰極を、電子輸送層と接して設けられたイオン半径1.5 Å以下の金属よりなる層と、仕事関数が3.7 eV以上の金属よりなる層とを備えて形成し、電子輸送層を電子移動度が 10^{-5} cm²/Vs以上の有機化合物によって形成して成ることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項2】 陽極と陰極の間に、有機発光層と電子輸送層を、電子輸送層が陰極に近い側に配置されるように設けた有機電界発光素子において、陰極を、電子輸送層と接して設けられたイオン半径1.5 Å以下の金属よりなる層と、仕事関数が3.7 eV以上の金属よりなる層とを備えて形成し、電子輸送層を、陰極と接して設けられたガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の層と、電子移動度が 10^{-5} cm²/Vs以上の有機化合物の層とを備えて形成して成ることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項3】 イオン半径1.5 Å以下の金属が、Na、K、Rb、Mg、Ca、Ba、あるいは希土類金属から選ばれる少なくとも1種の金属であることを特徴とする請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

【請求項4】 仕事関数3.7 eV以上の金属が、Al、Ag、Mg、In、Zn、Pb、Biから選ばれる少なくとも1種の金属であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項5】 電子移動度が 10^{-5} cm²/Vs以上の有機化合物が、バソクブロイン、バソフェナントロリン、及びこれらの誘導体、TPBi、シロール化合物、トリアゾール化合物から選ばれる少なくとも1種のものであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項6】 イオン半径1.5 Å以下の金属よりなる層の膜厚が、0.1~10 nmであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項7】 電子移動度が 10^{-5} cm²/Vs以上の有機化合物の電子親和力が、ガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の電子親和力よりも小さいことを特徴とする請求項2乃至6のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項8】 ガラス転移温度が80℃以上の有機化合物が、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム錯体、ビス(4-メチル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、オキサジアゾール化合物、ジスチルアリーレン誘導体、シロール化合物、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリル)トリス-[1-フェニル-1H-ベンツイミダゾール]から選ばれる少なくとも1種のものであることを特徴とする請求項2乃至7のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フラットパネルディスプレイ、液晶表示機用バックライト、照明光源などに用いられる有機電界発光素子に関するものであり、詳しくは、陽極と陰極の間に有機発光層と電子輸送層を設けた有機電界発光素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】フラットパネルディスプレイ、液晶表示機用バックライト、照明光源などに用いられる発光体として、フラットパネルディスプレイの薄型化、液晶表示機を備える電子機器の小型化や薄型化、あるいは照明器具の形状の自由化などのために、薄く、軽量であり、かつ高効率であるものが近年ますます要求されるようになっている。そしてこのような要求に応じることが出来るものとして、有機電界発光素子(有機エレクトロルミネッセンス素子)が注目されている。

【0003】有機電界発光素子が低電圧で発光することは、イーストマン・コダック社のC. W. Tangらにより、電極間に二層の薄膜を積層した構成の素子において初めて示された(Appl. Phys. Lett., 51, 12, 913 (1987))。そしてこれ以降、有機電界発光素子は、電池などの10 V程度の低電圧で100~100000 cd/m²程度の高輝度の発光が可能で、蛍光物質を構成する材料の組み合わせで多数の色を発光させることが可能なこと、非常に薄い面発光体として使用可能なこと、などから産業界で注目され、素子構成に改良を加えた種々の薄膜構成の有機電界発光素子が検討されている。

【0004】ここで、有機電界発光素子の基本的な素子構成は、陽極/有機発光層/陰極であるが、その他、陽極/ホール輸送層/有機発光層/電子輸送層/陰極の構成、陽極/ホール注入層/ホール輸送層/有機発光層/電子輸送層/陰極の構成、陽極/ホール注入層/有機発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極の構成、陽極/ホール注入層/有機発光層/電子注入層/陰極の構成など、種々の構成のものが挙げられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】そして、有機電界発光素子の発光効率を向上させることを目的として、上記の各層を最適化することの検討が従来から種々行なわれている。この検討の中で、有機電界発光素子において発光効率が悪い原因の一つとして、陰極側から有機発光層への電子注入能力が低いということが挙げられている。つまり、有機発光層への電子の注入量がホールの注入量より少なく、再結合領域でのホールと電子のバランスが最適でないことが問題になるのであり、有機発光層への電子の注入性能を向上させることが発光効率を高めることの一つの手段である。

【0006】そこで、特開平7-268317号公報で

は、陰極に隣接する部位に有機物と金属との共蒸着層を設けることによって、有機発光層への電子注入性を向上させる試みがなされている。しかし、このように有機物と金属とを共蒸着して層を形成することは、各成分の制御が困難であって再現性に問題があり、発光効率を高める効果を十分に得ることができないものであった。

【0007】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、有機発光層への電子注入性能を安定して向上させることができ、発光効率を高めることができる有機電界発光素子を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る有機電界発光素子は、陽極と陰極の間に、有機発光層と電子輸送層を、電子輸送層が陰極に近い側に配置されるように設けた有機電界発光素子において、陰極を、電子輸送層と接して設けられたイオン半径1.5Å以下の金属よりなる層と、仕事関数が3.7eV以上の金属よりなる層とを備えて形成し、電子輸送層を電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物によって形成して成ることを特徴とするものである。

【0009】本発明の請求項2に係る有機電界発光素子は、陽極と陰極の間に、有機発光層と電子輸送層を、電子輸送層が陰極に近い側に配置されるように設けた有機電界発光素子において、陰極を、電子輸送層と接して設けられたイオン半径1.5Å以下の金属よりなる層と、仕事関数が3.7eV以上の金属よりなる層とを備えて形成し、電子輸送層を、陰極と接して設けられたガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の層と、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物の層とを備えて形成して成ることを特徴とするものである。

【0010】また請求項3の発明は、請求項1又は2において、イオン半径1.5Å以下の金属が、Na、K、Rb、Mg、Ca、Ba、あるいは希土類金属から選ばれる少なくとも1種の金属であることを特徴とするものである。

【0011】また請求項4の発明は、請求項1乃至3のいずれかにおいて、仕事関数3.7eV以上の金属が、Al、Ag、Mg、In、Zn、Pb、Biから選ばれる少なくとも1種の金属であることを特徴とするものである。

【0012】また請求項5の発明は、請求項1乃至4のいずれかにおいて、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物が、バソクブロイン、バソフェナントロリン、及びこれらの誘導体、TPBi、シロール化合物、トリアゾール化合物から選ばれる少なくとも1種のものであることを特徴とするものである。

【0013】また請求項6の発明は、請求項1乃至5のいずれかにおいて、イオン半径1.5Å以下の金属よりなる層の膜厚が、0.1~10nmであることを特徴とするものである。

【0014】また請求項7の発明は、請求項2乃至6のいずれかにおいて、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物の電子親和力が、ガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の電子親和力よりも小さいことを特徴とするものである。

【0015】また請求項8の発明は、請求項2乃至7のいずれかにおいて、ガラス転移温度が80℃以上の有機化合物が、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム錯体、ビス(4-メチル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、オキサジアゾール化合物、ジスチルルアリーレン誘導体、シロール化合物、2, 2', 2''-(1, 3, 5-ベンゼントリル)トリス-[1-フェニル-1H-ベンツイミダゾール]から選ばれる少なくとも1種のものであることを特徴とするものである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0017】本発明に係る有機電界発光素子は、陽極1と陰極2の間に有機発光層3と電子輸送層4とを備えたものである。そして図1及び図2はそれぞれ有機電界発光素子の一例を示すものであり、基板10の表面上に透明導電膜などからなる陽極1を積層し、陽極1の表面上にホール輸送層11を介して有機発光層3を積層すると共に、さらにこの有機発光層3の上に電子輸送層4を介して陰極2が積層してある。これを基本構成として有機電界発光素子、すなわち有機エレクトロルミネッセンス素子(有機EL素子)を形成することができるものであり、陽極1に正電圧を、陰極2に負電圧を印加すると、電子輸送層4を介して有機発光層3に注入された電子と、ホール輸送層11を介して有機発光層3に注入されたホールとが、有機発光層3内、又は有機発光層3とホール輸送層11の界面等にて再結合して発光が起こるものである。ここで、有機発光層3を複数層に形成することによって、任意の色調において発光効率の高い有機電界発光素子を得ることができ、特に白色など、単一の発光性有機材料からなる単一層の有機発光層3では実現が難しい発光色を容易に、かつ必要に応じて任意に得ることが可能になるものである。

【0018】そして本発明では、上記の陰極2をイオン半径1.5Å以下の金属よりなる層2aと、仕事関数が3.7eV以上の金属よりなる層2bとから形成するようにしてある。

【0019】イオン半径1.5Å以下の金属よりなる層2aは電子輸送層4と接するように陰極2の内層として形成されるものであり、電子輸送層4に金属蒸着することによって形成するようにしてある。このようにイオン半径1.5Å以下の金属を電子輸送層4に蒸着すると、その一部が電子輸送層4中に容易に拡散し且つ電子輸送層4の材料と錯体を形成するものであり、このことによって、陰極2からの電子注入性に優れた素子を作製

することができるものである。すなわち、陰極2の電子輸送層4との界面付近に陰極金属と電子輸送性有機化合物との混合層が形成されることになり、陰極金属から電子輸送性有機化合物へと電子を受け渡すことができ、初期発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるのである。この電子輸送層4と隣接した層2aを形成する金属は、電子輸送層4中に容易に拡散し且つ電子輸送層4の材料と錯体を形成するために、イオン半径が1.5Å以下であることが必要である。イオン半径は小さい程好ましく、特に下限は設定されないが、入手の可能性などのうえで実用上は0.5Å程度が下限である。またこの金属としては仕事関数が3.0eV以下と電子注入性に優れたものであることが望ましい。これらの条件を満足する金属としては、Na、K、Rb、Mg、Ca、Baからなるアルカリ金属又はアルカリ土類金属、あるいはSm、Eu、Ce、Yb、Prなどの希土類金属から選ばれるものを用いることができるものであり、これらのなかから1種あるいは複数種の金属を選択して使用することができるものである。

【0020】また、仕事関数が3.7eV以上の金属よりなる層2bは陰極2の外層として形成されるものである。この外側の層2bを形成する金属は、素子に安定性を持たせるために仕事関数が3.7eV以上であるものを用いるものであり、素子抵抗を小さくするために高い導電性を有するものであることが望ましい。仕事関数の上限は特に設定されないが、実用上は5.5eV以下であることが望ましい。これらの条件を満たす金属としては、Al、Ag、Mg、In、Zn、Pb、Biから選ばれるものを用いることができるものであり、これらのなかから1種あるいは複数種の金属を選択して使用することができるものである。

【0021】陰極2を上記のようにイオン半径1.5Å以下の金属よりなる層2aと、仕事関数が3.7eV以上の金属よりなる層2bとから形成することによって、高効率で初期発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。ここで、電子輸送層4と隣接して設けられるイオン半径1.5Å以下の金属よりなる層2aの膜厚は0.1~10nmと薄く形成するのが好ましい。このような薄い膜厚に形成すると、イオン半径1.5Å以下の金属は微量であるために、電子輸送層4を超えて拡散することを防ぐことができ、有機発光層3で生じた発光中心を消失させることを防止して、高効率で初期特性に優れた有機電界発光素子を得ることが容易になるものである。イオン半径1.5Å以下の金属よりなる層2aの膜厚が10nmを超えると、イオン半径1.5Å以下の金属が電子輸送層4を超えて拡散するおそれがあり、0.1nm未満の場合にはイオン半径1.5Å以下の金属よりなる層2aを形成することによる上記の効果を十分に得ることは難しい。

【0022】上記の層2a、2bよりなる陰極2は、上

記の金属を、真空蒸着法やスパッタリング法等の方法により、蒸着して薄膜に形成することによって作製することができる。ここで、有機発光層3における発光を陽極1を透過させて外部に照射する場合には、陰極2の光透過率を10%以下にすることが好ましく、逆に有機発光層3における発光を陰極2を透過させて外部に照射する場合には、陰極2の光透過率を70%以上にすることが好ましい。陰極2の膜厚は、陰極2の光透過率等の特性を上記のように制御するために、材料により異なるが、通常500nm以下に設定するのが好ましく、好ましくは100~200nmの範囲とするのがよい。また陰極2を金属の蒸着で形成する際に、蒸発源からの放射熱の影響を抑えるためには、さらに薄い50~100nmの範囲とするのがよく、蒸着速度を速くした場合にはこの厚みより厚くてもかまわない。さらに好ましくは厚みを25~50nmの範囲とするのがよい。なぜならば、発光面積が大きくなると、短絡による発光停止という問題が生じ易くなるが、陰極2の金属の膜厚を薄くすることによって短絡部分の陰極2の金属が短絡時の刺激により取り除かれ、その部分のみが光らなくなるオープンモードとなり、発光部分全体の発光停止という不良を少なくすることができるのである。さらに、陰極2の上にAl等の金属をスパッタで積層したり、フッ素系化合物、フッ素系高分子、その他の有機分子など高分子を、蒸着、スパッタ、CVD、プラズマ重合、塗布した後に紫外線硬化させる方法、熱硬化、その他の方法で形成することも可能である。

【0023】そして請求項1の発明では、上記の電子輸送層4は電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物によって一層構成に形成してある。陰極2から電子輸送層4に注入された電子を、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物によって、効率良く有機発光層3に輸送することができるものであり、この結果、有機発光層3へのホールの注入量と電子の注入量のバランスを良好なものにして、有機発光層3を効率良く発光させることができ、初期発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。電子輸送層4を形成する有機化合物の電子移動度は高いほど好ましく、上限値は特に設定されないが、入手の可能性などのうえから $10^2 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度が実質上の上限である。

【0024】また請求項2の発明では、電子輸送層4を図2に示すように、陰極2に近い側のガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の層4aと、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物の層4bとを積層して形成するようにしてある。このように電子輸送層4のうち陰極2に接する側の層4aをガラス転移温度が80℃以上と耐熱性の高い有機化合物で形成することによって、電子輸送層4の上に金属を蒸着して陰極2を形成するにあたって、金属蒸着による陰極2の成膜時に熱ダメ

10

20

30

40

50

ージが電子輸送層4に影響することを小さくすることができ、寿命特性に優れた有機電界発光素子を作製することが可能になるものである。陰極2に接する層4aを形成する有機化合物のガラス転移温度は高いほど好ましく、上限値は特に設定されないが、入手の可能性などのうえから200℃程度が実質上の上限である。

【0025】この二層構成の電子輸送層4にあって、有機発光層3の側の層4bは電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物で形成されているので、電子を効率良く有機発光層3に輸送することができ、初期発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。この層4bを形成する有機化合物の電子移動度は高いほど好ましく、上限値は特に設定されないが、入手の可能性などのうえから $10^2 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度が実質上の上限である。

【0026】さらに上記の層4a、4bからなる二層構成の電子輸送層4において、電子の注入をよりスムーズに行なうために、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物の電子親和力(EA: Electron Affinity)が、ガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の電子親和力(EA)よりも小さいことが好ましい。有機電界発光素子においては、一般的に、陰極2を形成する金属の仕事関数と、電子輸送層4を形成する有機化合物の電子親和力の差がエネルギー障壁として存在し、電子の注入効率を良くするにはこのエネルギー障壁を小さくすることが必要である。そして電子輸送層4を機能分離した二つの層4a、4bで形成する場合、陰極2と反対側の層4bを形成する電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物の電子親和力を、陰極2の側の層4aを形成するガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の電子親和力よりも小さくすることによって、図3に示すように陰極2と電子輸送層4との界面におけるエネルギー障壁を小さくすることができ、電子の注入、移動をよりスムーズに行なわせて発光特性を高めることができるものである。

【0027】ここで、上記の電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の有機化合物としては、特に限定されるものではないが、バソクプロイン、バソフェナントロリン、及びこれらの誘導体、TPBi(2, 2', 2''-(1, 3, 5-ベンゼントリル)トリス-[1-フェニル-1H-ベンツイミダゾール])、シロール化合物、トリアゾール化合物などから選ばれる1種以上のものを用いることができる。

【0028】また上記のガラス転移温度が80℃以上の有機化合物としては、特に限定されるものではないが、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム錯体、ビス(4-メチル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、オキサジアゾール化合物、ジスチルアレーン誘導体、シロール化合物、2, 2', 2''-(1, 3, 5-ベンゼントリル)トリス-[1-フェニル-1

H-ベンツイミダゾール](TPBI)などから選ばれる1種以上のものを用いることができる。

【0029】有機電界発光素子を構成する他の部材、例えば、積層された素子を保持する基板10、陽極1、有機発光層3、ホール輸送層11等には、従来から使用されている公知のものを適宜使用することができる。

【0030】上記の基板10としては、有機発光層3で発光された光が基板10を通して出射されるものである場合には、光透過性を有するものが使用されるが、無色透明のもの他に、多少着色されているものや、スリガラス状のものであってもよい。例えば、ソーダライムガラス、無アルカリガラスなどの透明ガラス板、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド、エポキシ樹脂、フッ素系樹脂などの樹脂から任意の方法で作製されたプラスチックフィルムやプラスチック板などを用いることができる。また、基板10内に基板10の母材と屈折率の異なる粒子、粉体、泡等を含むことによって、光拡散効果を有するものを使用することも可能である。さらに基板10には公知の光散乱層、マイクロレンズ、プリズム等を配置して設けてもよい。

【0031】上記の陽極1は有機発光層3にホールを注入するための電極であり、この陽極1としては、仕事関数の大きい金属、合金、電気伝導性化合物、あるいはこれらの混合物からなる電極材料を用いるのが好ましく、特に仕事関数が4 eV以上の電極材料を用いるのが好ましい。このような電極材料としては、具体的には、金などの金属、CuI、ITO(インジウムスズ酸化物)、 SnO_2 、 ZnO 、IZO(インジウム亜鉛酸化物)等の導電性透明材料があげられる。例えばこれらの電極材料を基板10の上に真空蒸着法やスパッタリング法等の方法で成膜することによって、陽極1を薄膜として作製することができる。有機発光層3における発光を陽極1を透過させて基板10から外部に照射する場合には、陽極1の光透過率を70%以上にすることが好ましい。また、陽極1のシート抵抗は数百 Ω/\square 以下であることが好ましく、特に100 Ω/\square 以下であることが好ましい。さらに陽極1の膜厚は、陽極1の光透過率、シート抵抗等の特性を上記のように制御するために、材料により異なるが、通常500nm以下に設定するのが好ましく、より好ましくは10~200nmの範囲である。

【0032】上記のホール輸送層11を構成する材料としては、ホールを輸送する能力を有し、陽極1からのホール注入効果を有するとともに、有機発光層3や発光性有機化合物に対して優れたホール注入効果を有し、さらに電子のホール輸送層11への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物を挙げることができる。具体的にはフタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、ボルフィリン誘導体、N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-(1, 1'-ビフェニル)-4, 4'-ジアミン

(TPD)や4, 4'-ビス[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル(α -NPD)等の芳香族ジアミン化合物、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、イミダゾロン、スチルベン誘導体、ピラゾリン誘導体、テトラヒドロイミダゾール、ポリアリーールアルカン、ブタジエン、4, 4', 4''-トリス(N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-MTDA)、及びポリビニルカルバゾール、ポリシラン、ポリエチレンジオキサイドチオフェン(PEDOT)等の導電性高分子など、高分子材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0033】上記の有機発光層3は、ホスト有機化合物に発光性有機化合物(蛍光物質)を分散してドーブした有機材料よりなるものである。有機発光層3を構成するホスト有機化合物としては、電子輸送性の材料、ホール輸送性の材料のいずれとも使用することができるものであり、既述のホール輸送層11を構成するホール輸送材料や、電子輸送層4を構成する電子輸送材料を用いることができる。

【0034】有機発光層3に用いる発光性有機化合物としては、公知の任意のものを挙げることができる。例えば、アントラセン、ナフタレン、ビレン、テトラセン、コロネン、ペリレン、フタロペリレン、ナフタロペリレン、ジフェニルブタジエン、テトラフェニルブタジエン、クマリン、オキサジアゾール、ビスベンゾキサゾリン、ビススチリル、シクロペンタジエン、キノリン金属錯体、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム錯体、トリス(4-メチル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、トリス(5-フェニル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、アミノキノリン金属錯体、ベンゾキノリン金属錯体、トリ-(p-ターフェニル-4-イル)アミン、1-アリーール-2, 5-ジ(2-チエニル)ピロール誘導体、ピラン、キナクリドン、ルブレ

*SA)誘導体、及びこれらの発光性有機化合物を分子内に有するものであるが、これに限定されるものではない。またこれらの化合物に代表される蛍光色素由来の化合物のみならず、三重項状態からの磷光発光が可能な材料およびこれらからなる基を分子内の一部分に有する化合物も好適に用いることができる。

【0035】

【実施例】次に、本発明を実施例によって具体的に説明する。

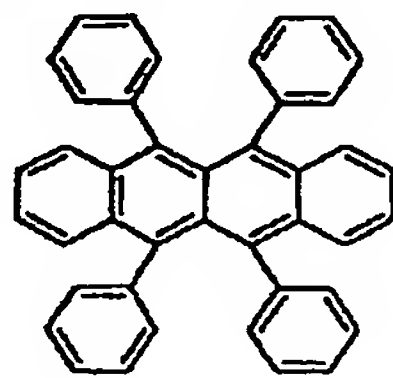
【0036】(実施例1)基板10として、厚み0.7mmの透明ガラス板を用い、この基板10の一方の表面に、ITO(インジウムスズ酸化物)をスパッタしてシート抵抗 $7\Omega/\square$ の透明電極からなる陽極1を形成した。そしてこれをアセトン、純水、イソプロピルアルコールで15分間超音波洗浄した後、乾燥させた。

【0037】次に、この基板10を真空蒸着装置にセットし、 1×10^{-6} Torr (1.33×10^{-4} Pa)の減圧下、4, 4'-ビス[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル(株式会社同仁化学研究所製：以下 α -NPDと略す)を1~2Å/sの蒸着速度で300Å厚に蒸着し、陽極1の上にホール輸送層11を形成した。

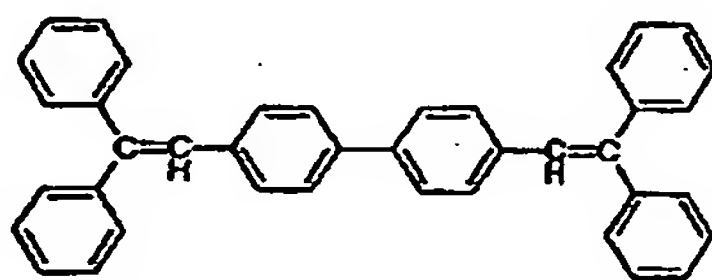
【0038】次に、ホール輸送層11の上に、 α -NPDに発光性有機化合物としてルブレ(アクロス社製：化学式1)を1質量%ドーブした黄色発光層を100Å厚で蒸着し、さらにこの上に、ジスチリルビフェニル誘導体(出光興産社製「DPVBi」：化学式2)に、発光性有機化合物として末端にカルバゾリル基を有するDSA誘導体(出光興産社製「BCzVBi」：化学式3)を12質量%ドーブした青色発光層を500Å厚で蒸着し、黄色発光層と青色発光層からなる有機発光層3を形成した。

【0039】

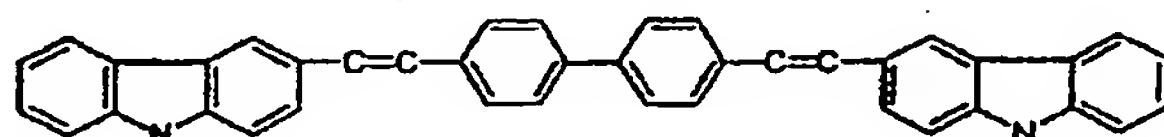
【化1】



(化学式1)



(化学式2)



(化学式3)

【0040】次に、有機発光層3の上に、バソクブロイン（株式会社同仁化学研究所製：電子移動度 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）を蒸着して膜厚100Åの一層構成の電子輸送層4を形成した。そして最後に、電子輸送層4の上にNa（イオン半径1.16Å）を0.5nmの膜厚で蒸着し、さらにその上にAl（仕事関数4.2eV）を10Å/sの蒸着速度で1500Åの厚みに蒸着して、二層構成の陰極2を形成した。

【0041】この後、これらの各層を蒸着して形成した基板10を露点 -76°C 以下のドライ窒素雰囲気グローブボックスに大気に曝露することなく搬送した。一方、通気性を有する袋に吸水剤として酸化バリウムの粉末を入れてこれをガラス製の封止板に粘着剤で貼り付けると共に封止板の外周部に紫外線硬化樹脂製のシール剤を塗布したものを予め用意した。そしてグローブボックス内において基板10に封止板をシール剤で貼り合わせ、UV照射してシール剤を硬化させることによって封止板で各層を封止した有機電界発光素子を得た。

【0042】（実施例2）バソクブロインの代りに、バソフェナントロリン（株式会社同仁化学研究所製：電子移動度 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）を用いて一層構成の電子輸送層4を形成するようにした他は、実施例1と同様にして有機電界発光素子を得た。

【0043】（実施例3）Naの代りに、Ca（イオン半径1.14Å）を用いて電子輸送層4の上に0.5nmの膜厚で蒸着し、その上にAl（仕事関数4.2eV）を10Å/sの蒸着速度で1500Åの厚みに蒸着して、二層構成の陰極2を形成するようにした他は、実施例1と同様にして有機電界発光素子を得た。

【0044】（実施例4）Naの代りに、Sm（イオン半径0.96Å）を用いて電子輸送層4の上に0.5nm*

*mの膜厚で蒸着し、その上にAl（仕事関数4.2eV）を10Å/sの蒸着速度で1500Åの厚みに蒸着して、二層構成の陰極2を形成するようにした他は、実施例1と同様にして有機電界発光素子を得た。

【0045】（実施例5）有機発光層3の上に、バソクブロイン（株式会社同仁化学研究所製：電子移動度 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）を50Åの厚みで蒸着し、さらにこの上にトリス（8-ヒドロキシキノリナート）アルミニウム錯体（株式会社同仁化学研究所製： $T_g > 80^\circ\text{C}$ ）を50Åの厚みで蒸着して、二層構成の電子輸送層4を形成するようにした他は、実施例1と同様にして有機電界発光素子を得た。

【0046】（比較例1）バソクブロインの代りに、トリス（8-ヒドロキシキノリナート）アルミニウム錯体（株式会社同仁化学研究所製：電子移動度 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ）を用いて一層構成の電子輸送層4を形成するようにした他は、実施例1と同様にして有機電界発光素子を得た。

【0047】（比較例2）Naの代りに、Cs（イオン半径1.65Å）を用いて電子輸送層4の上に0.5nmの膜厚で蒸着し、その上にAl（仕事関数4.2eV）を10Å/sの蒸着速度で1500Åの厚みに蒸着して、二層構成の陰極2を形成するようにした他は、実施例1と同様にして有機電界発光素子を得た。

【0048】上記のようにして実施例1～5及び比較例1～2で得た有機電界発光素子を電源（東陽テクニカ社製「KEITHLEY236モデル」）に接続し、発光輝度を輝度計（ミノルタ社製「LS-110」）で測定した。その結果を表1に示す。

【0049】

【表1】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2
陰極	金属	Na	Na	Ca	Sm	Na	Na	Cs
	イオン半径(A)	1. 16	1. 16	1. 14	0. 96	1. 16	1. 16	1. 66
	金属	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al
	仕事関数 (eV)	4. 2	4. 2	4. 2	4. 2	4. 2	4. 2	4. 2
電子輸送層	有機化合物	バソクブ ロイン	バソフェナ ントロリン	バソクブ ロイン	バソクブ ロイン	バソクブ ロイン	トリス(8- ヒドロキシ キノリナー ト)アルミニ ウム錯体	バソクブ ロイン
	電子移動度 (cm ² /Vs)	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴
	有機化合物	-	-	-	-	トリス(8- ヒドロキシ キノリナー ト)アルミニ ウム錯体	-	-
	ガラス転移温度 (℃)	-	-	-	-	>80	-	-
6 V時輝度 (cd/m ²)		12000	11500	10000	11000	13000	7000	8500

【0050】

【発明の効果】上記のように本発明の請求項1に係る有機電界発光素子は、陽極と陰極の間に、有機発光層と電子輸送層を、電子輸送層が陰極に近い側に配置されるよ

うに設けた有機電界発光素子において、陰極を、電子輸送層と接して設けられたイオン半径1.5Å以下の金属よりなる層と、仕事関数が3.7eV以上の金属よりなる層とを備えて形成し、電子輸送層を電子移動度が10

$10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の有機化合物によって形成するようにしたので、陰極から電子輸送層を通して有機発光層に電子を輸送する電子輸送性に優れるものであり、有機発光層への電子注入性能を安定して向上させることができ、発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。

【0051】本発明の請求項2に係る有機電界発光素子は、陽極と陰極の間に、有機発光層と電子輸送層を、電子輸送層が陰極に近い側に配置されるように設けた有機電界発光素子において、陰極を、電子輸送層と接して設けられたイオン半径1.5 Å以下の金属よりなる層と、仕事関数が3.7 eV以上の金属よりなる層とを備えて形成し、電子輸送層を、陰極と接して設けられたガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の層と、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の有機化合物の層とを備えて形成するようにしたので、陰極から電子輸送層を通して有機発光層に電子を輸送する電子輸送性に優れるものであり、有機発光層への電子注入性能を安定して向上させることができ、発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。

【0052】また請求項3の発明は、請求項1又は2において、イオン半径1.5 Å以下の金属が、Na、K、Rb、Mg、Ca、Ba、あるいは希土類金属から選ばれる少なくとも1種の金属であるので、発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。

【0053】また請求項4の発明は、請求項1乃至3のいずれかにおいて、仕事関数3.7 eV以上の金属が、Al、Ag、Mg、In、Zn、Pb、Biから選ばれる少なくとも1種の金属であるので、発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。

【0054】また請求項5の発明は、請求項1乃至4のいずれかにおいて、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の有機化合物が、バソクブロイン、バソフェナントロリン、及びこれらの誘導体、TPBi、シロール化合物、トリアゾール化合物から選ばれる少なくとも1種のものであるので、発光特性に優れた有機電界発光素子を得

*得ることができるものである。

【0055】また請求項6の発明は、請求項1乃至5のいずれかにおいて、イオン半径1.5 Å以下の金属よりなる層の膜厚が、0.1~10 nmであるので、イオン半径1.5 Å以下の金属が電子輸送層を超えて拡散することを防ぐことができ、発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。

【0056】また請求項7の発明は、請求項2乃至6のいずれかにおいて、電子移動度が $10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の有機化合物の電子親和力が、ガラス転移温度が80℃以上の有機化合物の電子親和力よりも小さいので、陰極と電子輸送層との間のエネルギー障壁を小さくすることができ、発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。

【0057】また請求項8の発明は、請求項2乃至7のいずれかにおいて、ガラス転移温度が80℃以上の有機化合物が、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム錯体、ビス(4-メチル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、オキサジアゾール化合物、ジスチルルアリーレン誘導体、シロール化合物、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリル)トリス-[1-フェニル-1H-ベンツイミダゾール]から選ばれる少なくとも1種のものであるので、発光特性に優れた有機電界発光素子を得ることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例を示す概略図である。

【図2】本発明の実施の形態の他の一例を示す概略図である。

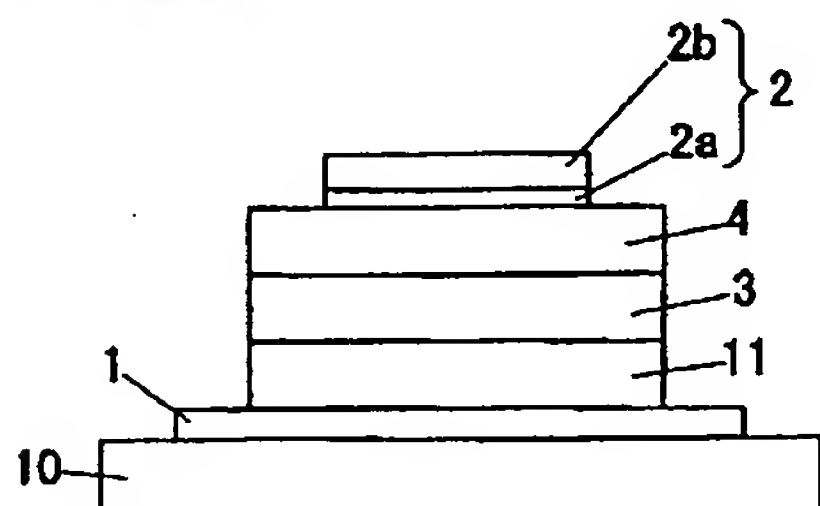
【図3】同上の陰極材料の仕事関数と電子輸送層の二層の材料の電子親和力との関係を示す概略図である。

【符号の説明】

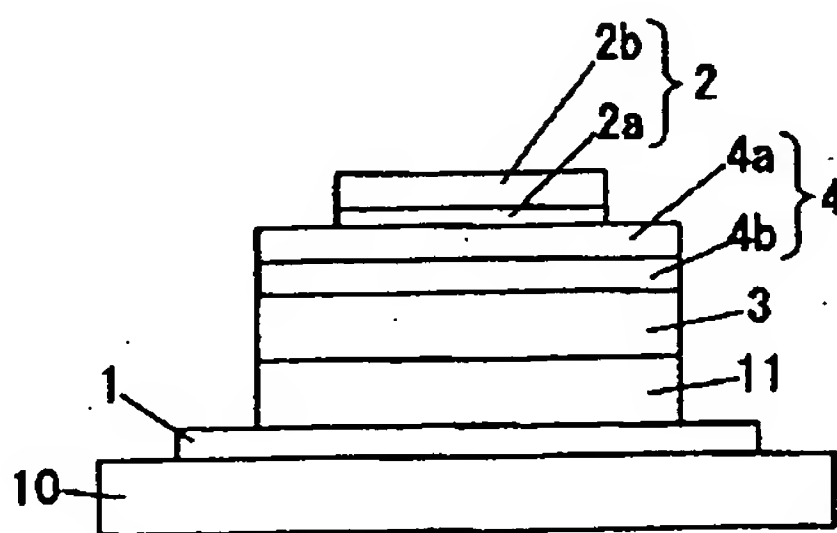
- 1 陽極
- 2 陰極
- 3 有機発光層
- 4 電子輸送層

【図1】

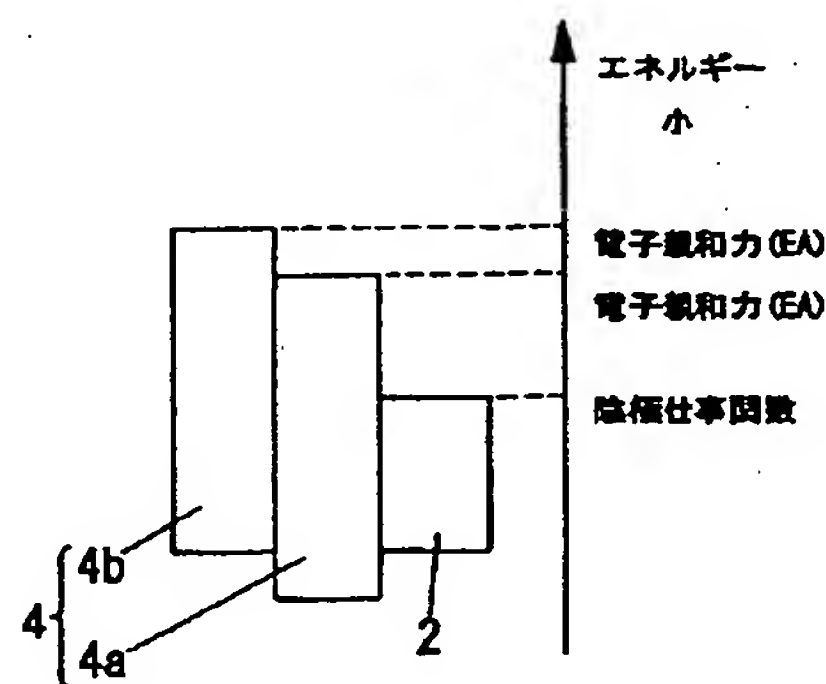
- 1 陽極
- 2 陰極
- 3 有機発光層
- 4 電子輸送層



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 城戸 淳二
山形県米沢市中央2丁目6番6号 サンロ
ード米沢中央408
(72)発明者 椿 健治
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内
(72)発明者 近藤 行廣
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

(72)発明者 岸上 泰久
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内
(72)発明者 井出 伸弘
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内
(72)発明者 横川 弘
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB03 CC00 DB03